

固体撮像素子およびこれを備えたカメラ

技術分野

本発明は、受けた光を電気信号に変換し、映像信号として出力する固体撮像素子に関する。

5 背景技術

従来、受けた光を電気信号に変換し、映像信号として出力する固体撮像素子が知られており、この固体撮像素子から得た映像信号を静止画像として表示するデジタルスチルカメラ等のカメラが知られている。近年では、このような固体撮像素子を用いたカメラは、画質および機能
10 のさらなる向上が要望され、画素の高密度化が進んでいる。

このような固体撮像素子において、映像信号の出力スピードを向上させるために、信号電荷を読み出す画素を間引くことにより出力映像信号中の画素数を減らす駆動方法が、従来から提案されている。例えば特開
15 平 1 1 - 2 3 4 6 8 8 号公報には、例えば水平方向 3 画素を 1 ブロックとして、各ブロックにおける中央画素を除く 2 画素（両端の 2 画素）の信号電荷を固体撮像素子内で混合すると共に、ブロックの中央の 1 画素の信号電荷を、隣接するブロックの中央の 1 画素の信号電荷と混合することにより、固体撮像素子からの出力映像信号における水平方向の画素数を削減する駆動方法が開示されている。

20 しかしながら、水平方向における 1 / 3 間引きの際に、全画素出力時のサンプリング周波数の 3 分の 1 の成分が信号の DC 成分に折り返されて加わるが、上述した従来の駆動方法による固体撮像素子では、サンプリング周波数の 3 分の 1 の成分が 0 ではない（図 2 7 参照）。これにより、モワレの発生や、偽信号の発生などにより、出力映像信号の画質が

劣化するという問題を有していた。

発明の開示

本発明はこれらの問題を解決するために、少なくとも水平方向の画素
5 数を削減できる固体撮像素子であって、モアレや偽信号を生じることなく
良質な映像信号を高速に出力できる固体撮像素子を提供することを目的とする。

上記の目的を達成するために、本発明にかかる固体撮像素子は、2次元配列の画素から読み出した信号電荷を垂直方向へ転送するために前記
10 画素の各列に対応して設けられた垂直転送部と、前記垂直転送部から受け取った信号電荷を水平方向に転送する水平転送部とを有し、前記垂直転送部における前記水平転送部に最も近い転送段である垂直最終段が、
 m (m は2以上の整数)列毎に同じ転送電極構成を有し、前記 m 列のうち、一つの列以外の垂直最終段あるいは全ての垂直最終段に、当該垂直
15 最終段から前記水平転送部への転送動作を、当該 m 列における他の垂直最終段とは独立して制御するために、前記他の垂直最終段とは独立した転送電極が設けられたことを特徴とする。

これにより、少なくとも水平方向の画素数を削減することにより、モアレや偽信号を生じることなく良質な映像信号を高速に出力できる固体
20 撮像素子を提供できる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の一実施形態の固体撮像素子の構成を示す平面図である。

25 図2は、本発明の一実施形態の固体撮像素子によって混合される画素の組み合わせを示す説明図である。

図 3 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の一手順を示す説明図である。

図 4 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の一手順を示す説明図である。

5 図 5 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の一手順を示す説明図である。

図 6 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の一手順を示す説明図である。

図 7 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の一手順を示す説明図である。
10

図 8 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の一手順を示す説明図である。

図 9 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の一手順を示す説明図である。

15 図 1 0 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の一手順を示す説明図である。

図 1 1 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の一手順を示す説明図である。

図 1 2 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の一手順を示す説明図である。
20

図 1 3 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の一手順を示す説明図である。

図 1 4 (a) ～ 図 1 4 (c) は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の一手順を示す説明図である。

25 図 1 5 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子において混合される画素の組み合わせ（混合画素群）の一例を示す説明図である。

図 1 6 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子において混合される画素の組み合わせ（混合画素群）の一例を示す説明図である。

図 1 7 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子において混合される画素の組み合わせ（混合画素群）の一例を示す説明図である。

5 図 1 8 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子における電極構造の一例を示す説明図である。

図 1 9 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子における電極構造の一例を示す説明図である。

10 図 2 0 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子における電極構造の一例を示す説明図である。

図 2 1 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子における電極構造の一例を示す説明図である。

図 2 2 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子におけるゲート電極の具体的配置の一例を示す平面図である。

15 図 2 3 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子における制御信号のタイミングチャートと、このタイミングチャートに応じた転送電荷の様子を示す説明図である。

図 2 4 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子における信号電荷の様子を示す説明図である。

20 図 2 5 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子における電極構造の一例を示す説明図である。

図 2 6 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子における制御信号のタイミングチャートと、このタイミングチャートに応じた転送電荷の様子を示す説明図である。

25 図 2 7 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子の空間周波数応答を示すグラフである。

図 2 8 は、本発明の一実施形態にかかるカメラの概略構成を示すブロック図である。

図 2 9 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子におけるゲート電極の具体的配置の他の例を示す平面図である。

5 図 3 0 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の一手順を示す説明図である。

図 3 1 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の一手順を示す説明図である。

10 図 3 2 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の一手順を示す説明図である。

図 3 3 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の一手順を示す説明図である。

図 3 4 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の一手順を示す説明図である。

15 図 3 5 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の一手順を示す説明図である。

図 3 6 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の一手順を示す説明図である。

20 図 3 7 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の一手順を示す説明図である。

図 3 8 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の一手順を示す説明図である。

図 3 9 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の一手順を示す説明図である。

25 図 4 0 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の一手順を示す説明図である。

図 4 1 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の
一手順を示す説明図である。

図 4 2 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の
一手順を示す説明図である。

5 図 4 3 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の
一手順を示す説明図である。

図 4 4 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の
一手順を示す説明図である。

10 図 4 5 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の
一手順を示す説明図である。

図 4 6 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の
一手順を示す説明図である。

図 4 7 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の
一手順を示す説明図である。

15 図 4 8 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子に適用されるカラーフ
ィルタの一例を示す説明図である。

図 4 9 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の
一手順を示す説明図である。

20 図 5 0 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の
一手順を示す説明図である。

図 5 1 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の
一手順を示す説明図である。

図 5 2 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の
一手順を示す説明図である。

25 図 5 3 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の
一手順を示す説明図である。

図 5 4 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の一手順を示す説明図である。

図 5 5 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の一手順を示す説明図である。

5 図 5 6 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の一手順を示す説明図である。

図 5 7 は、本発明の一実施形態の固体撮像素子による画素混合動作の一手順を示す説明図である。

10 図 5 8 は、図 4 9 ～図 5 7 に示す手順の繰り返しによって混合される画素の重心位置を示す説明図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明にかかる固体撮像素子は、2次元配列の画素から読み出した信号電荷を垂直方向へ転送するために前記画素の各列に対応して設けられた垂直転送部と、前記垂直転送部から受け取った信号電荷を水平方向に転送する水平転送部とを有し、前記垂直転送部における前記水平転送部に最も近い転送段である垂直最終段が、 m (m は2以上の整数)列毎に同じ転送電極構成を有し、前記 m 列のうち、一つの列以外の垂直最終段あるいは全ての垂直最終段に、当該垂直最終段から前記水平転送部への転送動作を、当該 m 列における他の垂直最終段とは独立して制御するために、前記他の垂直最終段とは独立した転送電極が設けられた構成である(第1の構成)。

15

20

本発明の固体撮像素子における垂直転送部は、2次元配列の画素に対応する例えばフォトダイオードなどの光電変換部と複数の垂直転送段からなる垂直CCDによって構成されていても良いし、受光機能を有し複数の垂直転送段からなる垂直CCDによって構成されていても良い。

25

上述の第 1 の構成によれば、垂直最終段の全ての信号電荷は、 m 回に分けて水平転送部へ転送される。また、垂直最終段から水平転送部への転送と、水平転送部による水平方向への転送とを組み合わせれば、画素出力の並べ替えや混合が任意に可能となる。なお、垂直転送部および水
5 平転送部の転送動作は、これらにそれぞれ設けられた転送電極へ所定の制御信号を与えることにより制御される。この制御信号を送出するための手段（制御部）は、固体撮像素子の外部にあっても良いし、固体撮像素子と一体に設けられていても良い。

本発明にかかる固体撮像素子において、前記 m を $2n + 1$ （ n は1以上の整数）としても良い（第 2 の構成）。さらに、この固体撮像素子において、水平方向において1画素おきの $2n + 1$ （ n は1以上の整数）
10 個ずつを第 1 の混合画素群とし、前記第 1 の混合画素群以外の画素から、1画素おきの $2n + 1$ 個ずつの画素であって、その画素重心が前記第 1 の混合画素群の画素重心の間で等間隔になる画素を第 2 の混合画素群として、第 1、第 2 の混合画素群のそれぞれに含まれる画素の信号電荷を
15 水平転送部内で加算することが好ましい（第 3 の構成）。

この構成によれば、画素の信号電荷を捨てることなく、水平方向の画素数を $1 / (2n + 1)$ に低減することができる。かつ、画素数を低減した後の混合画素間隔が均等なため、感度が高く、かつ、解像度が高く
20 モワレが少ない画像信号を得ることができる。

前記固体撮像素子において、さらに、垂直最終段における前記第 1、第 2 の混合画素群のそれぞれについて、（a 1）前記 $2n + 1$ 個の画素からなる各混合画素群のうち、前記水平転送部の出力側から最も遠い画素の信号電荷のみを、垂直最終段から水平転送部へ転送し、（a 2）水
25 平転送部の信号電荷を順方向に2画素分転送し、（a 3）前記 $2n + 1$ 個の画素群のうち、垂直最終段に信号電荷が残っている画素であって前

記水平転送部の出力側から最も遠い画素の信号電荷のみを、垂直最終段から水平転送部へ転送し、（a 4）前記 a 2 および a 3 の転送を、前記 2 n + 1 個の画素群の全ての信号電荷が垂直最終段から水平転送部へ転送されるまで繰り返して行うことが好ましい（第 4 の構成）。

- 5 これにより、1 画素おきの 2 n + 1 画素を混合することができ、さらに、その間の画素も同時に 2 n + 1 画素で混合できる。

- 前記固体撮像素子において、さらに、（b 1）前記 a 1 ~ a 4 の転送の最後として、前記 2 n + 1 個の画素群のうち最後の画素の信号電荷を垂直最終段から水平転送部へ転送した後、または転送すると同時に、全
- 10 列の垂直転送部の信号電荷を 1 段転送し、（b 2）前記 b 1 により垂直最終段に転送された信号電荷について、a 1 ~ a 4 の転送を行い、（b 3）前記 b 1 および b 2 の転送を、2 n + 1 段分の信号電荷が水平転送部へ転送されるまで繰り返して行うことが好ましい（第 5 の構成）。

- これにより、水平転送部に空転送段が生じないため、水平転送スピー
- 15 ドを上げずに、水平画素数を $1 / (2 n + 1)$ に低減できる。

- 前記固体撮像素子において、前記垂直転送部における前記水平転送部に最も近い垂直最終段が、3 列毎に同じ転送電極構成を有し、前記 3 列のうち、少なくとも水平転送部の出力側から第 2 および第 3 列の垂直最終段に、当該垂直最終段から前記水平転送部への転送動作を、他の垂直
- 20 最終段とはそれぞれ独立して制御するために、他の垂直最終段とは独立した転送電極が設けられたことが好ましい（第 6 の構成）。これにより、水平方向において 3 画素を混合することにより、水平画素数を $1 / 3$ に低減できる。

- 前記第 6 の構成にかかる固体撮像素子において、水平転送部の出力側
- 25 から第 1 列の前記垂直最終段は、当該列における垂直最終段以外の段と同じ電極構成を有することが好ましい（第 7 の構成）。

前記第 6 の構成にかかる固体撮像素子において、水平方向において 1 画素おきの 3 個ずつを第 1 の混合画素群とし、前記第 1 の混合画素群以外の画素から、1 画素おきの 3 個ずつの画素であって、その画素重心が前記第 1 の混合画素群の画素重心の間で等間隔になる画素を第 2 の混合画素群とすることが好ましい（第 8 の構成）。これにより、画素の信号電荷を捨てることなく、水平方向の画素数を $1/3$ に低減することができる。5

前記第 6 の構成にかかる固体撮像素子において、（c 1）前記 3 列のうち、水平転送部の出力側から第 2 列の垂直最終段の信号電荷のみを水平転送部へ転送し、（c 2）水平転送部の信号電荷を順方向に 2 画素分転送し、（c 3）前記 3 列のうち、水平転送部の出力側から第 3 列の垂直最終段の信号電荷のみを水平転送部へ転送し、（c 4）水平転送部の信号電荷を順方向に 2 画素分転送し、（c 5）前記 3 列のうち、水平転送部の出力側から第 1 列の垂直最終段の信号電荷を水平転送部へ転送することが好ましい（第 9 の構成）。これにより、1 画素おきの 3 画素とその間の 3 画素とをそれぞれ混合でき、かつ、画素数低減後の混合画素間隔を均等にすることができる。10 15

前記第 9 の構成にかかる固体撮像素子において、（d 1）前記 c 5 において第 1 列の垂直最終段の信号電荷を水平転送部へ転送した後、または転送すると同時に、全列の垂直転送部の信号電荷を 1 段転送し、（d 2）前記 d 1 の最後に垂直最終段に転送された信号電荷について、c 1 ～ c 5 の転送を行い、c 5 において第 1 列の垂直最終段の信号電荷を水平転送部へ転送した後、または転送すると同時に、全列の垂直転送部の信号電荷を 1 段転送し、（d 3）前記 d 2 の最後に垂直最終段に転送された信号電荷について、c 1 ～ c 5 の転送を行うことが好ましい（第 10 の構成）。これにより、水平方向における 3 画素混合を行っても、水20 25

平転送部に空転送段が生じないため、水平転送スピードを上げなくても、水平画素数を $1/3$ に低減できる。

また、前記第 3 の構成にかかる固体撮像素子において、前記第 1 および第 2 の混合画素群のそれぞれの、垂直方向において 1 行おきの $2n + 1$ 行分の合計 $(2n + 1) \times (2n + 1)$ 画素を、1 つの混合画素群として、各列に含まれる $2n + 1$ 行分の画素の信号電荷を垂直転送部内で加算することが好ましい（第 1 1 の構成）。これにより、1 画面のデータ数が、 $1 / ((2n + 1) \times (2n + 1))$ となるため、単位時間毎のフレーム数を増やせる。また、捨てる画素がないので、感度が向上する。

前記第 1 1 の構成にかかる固体撮像素子において、水平方向において 1 画素おきの 3 画素の、垂直方向において 1 行おきの 3 行分の、合計 9 画素を、1 つの混合画素群とすることが好ましい（第 1 2 の構成）。これにより、1 画面のデータ数が $1/9$ になるため、単位時間毎のフレーム数を増やせる。また、捨てる画素がないので、感度が向上する。

前記第 3 の構成にかかる固体撮像素子において、水平方向において 1 画素おきの 3 画素を、垂直方向において 3 行間隔を空けた 2 行分、合計 6 画素を、1 つの混合画素群とすることが好ましい（第 1 3 の構成）。これにより、垂直方向に 3 行分の画素を混合する場合と比較して、リニアな信号範囲が広くなるという利点がある。

前記第 3 の構成にかかる固体撮像素子において、水平方向において 1 画素おきの 3 画素を、垂直方向における 3 行毎に 1 行、合計 3 画素を、1 つの混合画素群とすることが好ましい（第 1 4 の構成）。これにより、垂直方向に 3 行分の画素を混合する場合と比較して、リニアな信号範囲がさらに広くなるという利点がある。

前記第 2 の構成にかかる固体撮像素子において、前記 2 次元配列の画

素に、水平方向において2画素、垂直方向において2画素の合計4画素を1単位としたカラーフィルタを配したことが好ましい（第15の構成）。これにより、画素混合後も、水平2画素垂直2画素の合計4画素を1単位とした同一カラーフィルタ配列の画像が得られる。

- 5 前記第15の構成にかかる固体撮像素子において、前記カラーフィルタが、前記4画素の一対角線上の2画素に第1の色のフィルタを配し、他の2画素に第2および第3の色のフィルタをそれぞれ配したことが好ましい（第16の構成）。

- 10 前記第3の構成にかかる固体撮像素子において、前記2次元配列の画素に、水平方向において2画素、垂直方向において4画素の合計8画素を1単位としたカラーフィルタを配し、垂直方向において隣接する2画素を垂直転送部内で混合することが好ましい（第17の構成）。

また、本発明にかかる固体撮像素子において、垂直最終段に独立電極を少なくとも2枚設けた構成とすることが好ましい。

- 15 例えば、前記垂直最終段の各列を6個の転送電極で構成する場合、
（1）隣接する3列の垂直転送部の全てにおいて、前記6個の転送電極のうち、水平転送部側から2番目および4番目が、他の列の垂直最終段とは独立した独立電極であり、1番目、3番目、5番目、および6番目が垂直転送部の他の段と共通した電極とした構成（第18の構成）、
20 （2）隣接する3列の垂直転送部のうちの2列において、前記6個の転送電極のうち、水平転送部側から2番目および4番目が、他の列の垂直最終段とは独立した独立電極であり、1番目、3番目、5番目、および6番目が垂直転送部の他の段と共通した電極であり、隣接する3列の垂直転送部のうちの残りの1列において、1番目～6番目の全ての転送電極が、垂直転送部の他の段と共通した電極である構成（第19の構成）、
25 （3）隣接する3列の垂直転送部の全てにおいて、前記6個の転送電極

のうち、水平転送部側から 2 番目、4 番目、および 6 番目が、他の列の垂直最終段とは独立した独立電極であり、1 番目、3 番目、および 5 番目が垂直転送部の他の段と共通した電極である構成（第 20 の構成）、

- （4）隣接する 3 列の垂直転送部のうちの 2 列において、前記 6 個の転送電極のうち、水平転送部側から 2 番目、4 番目、および 6 番目が、他の列の垂直最終段とは独立した独立電極であり、1 番目、3 番目、および 5 番目が垂直転送部の他の段と共通した電極であり、隣接する 3 列の垂直転送部のうちの残りの 1 列において、1 番目～6 番目の全ての転送電極が、垂直転送部の他の段と共通した電極とした構成（第 21 の構成）、（5）隣接する 3 列の垂直転送部のうち少なくとも 2 列において、前記 6 個の転送電極のうち、水平転送部側から 2 番目および 4 番目が、他の列の垂直最終段とは独立した独立電極であり、隣接する 3 列の垂直転送部の全てにおいて、水平転送部側から 1 番目および 3 番目が、垂直転送部の他の段とは異なる構成（第 22 の構成）、あるいは、（6）隣接する 3 列の垂直転送部のうち少なくとも 2 列において、前記 6 個の転送電極のうち、水平転送部側から 2 番目、4 番目、および 6 番目が、他の列の垂直最終段とは独立した独立電極であり、隣接する 3 列の垂直転送部の全てにおいて、水平転送部から 1 番目、3 番目、および 5 番目が、垂直転送部の他の段とは異なる構成（第 23 の構成）、のいずれかであることが好ましい。

- また、本発明の第 1 の構成にかかる固体撮像素子において、前記垂直転送部における各段が 6 個の転送電極で構成され、前記垂直転送部における垂直最終段以外の転送段は、水平転送部側から 2 番目、4 番目、および 6 番目の転送電極が第 1 層の電極膜によって全列にわたる共通電極として形成され、水平転送部側から 1 番目、3 番目、および 5 番目の転送電極が前記第 1 層より上層に形成される第 2 層の電極膜によって全列

にわたる共通電極として形成され、垂直最終段においては、前記第 2 層の電極膜と同じ電極膜を、各列において島状に分離することによって、水平転送部側から 2 番目および 4 番目の電極が独立電極として形成された構成とすることも好ましい（第 24 の構成）。この構成によれば、上層の電極膜を島状にすることにより、配線が容易となるという利点がある。

あるいは、本発明の第 1 の構成にかかる固体撮像素子において、前記垂直転送部が少なくとも 3 層の電極膜を有し、前記垂直最終段において他の列と独立して設けられた転送電極が、最上層を含む少なくとも一層の電極膜で形成された構成とすることも好ましい（第 25 の構成）。最上層を用いて独立した転送電極を形成することにより、配線の後付けが不要となるという利点がある。

また、本発明の第 1 の構成にかかる固体撮像素子は、（e 1）水平方向において m 個の画素から選択的に 1 個以上 $m - 1$ 個以下の画素の信号電荷を水平転送部へ転送し、（e 2）水平転送部の信号電荷を順方向あるいは逆方向に少なくとも 1 画素分転送し、（e 3）前記 e 1 および e 2 の転送を繰り返すことにより、 m 個の画素の信号電荷を水平転送部へすべて転送する構成とすることも好ましい（第 26 の構成）。

さらに、上記の第 26 の構成において、（e 4）前記 e 3 の後、全列の信号電荷を水平転送部側へ一段転送し、（e 5）前記 e 4 の転送により垂直最終段に移動した信号電荷に対して、前記 e 1 ～ e 3 の転送を行い、前記 e 4 および e 5 を繰り返すことにより、 m 段分の信号電荷を水平転送部へすべて転送する構成とすることもより好ましい（第 27 の構成）。

また、本発明の第 1 の構成にかかる固体撮像素子は、前記 m 列のうち一つの列以外の垂直最終段あるいは全ての列の垂直最終段において、他

の列とは独立して設けられた転送電極を当該他の列とは独立して駆動することにより水平 m 個の画素混合を行うモードと、前記転送電極を他の列と同様に駆動することにより画素混合を行わないモードとの少なくとも2モード間で動作モードを選択的に切り替えられることが好ましい
5 (第28の構成)。画素混合を行わずに高解像度な画像出力モードと、画素混合を行うことにより高感度かつ高フレームレートの画像出力モードとの切り替えが可能となるからである。

また、本発明にかかる固体撮像素子は、 m が m_1 (m_1 は2以上の整数) と m_2 (m_2 は2以上の整数) との公倍数であり、水平 m_1 個の画素
10 混合を行うモードと水平 m_2 個の画素混合を行うモードとの少なくとも2モード間で動作モードを選択的に切り替えられる構成とすることも好ましい(第29の構成)。

さらに、この第29の構成において、3色のフィルタが垂直方向に2色、水平方向に2色配置された繰り返しパターンのカラーフィルタをさ
15 らに備え、前記カラーフィルタの同色フィルタに相当する水平 m_1 画素を混合するモードと、水平 m_2 画素を混合するモードとの少なくとも2モード間で動作モードを選択的に切り替えられる態様としても良い(第30の構成)。

あるいは、前記の第29の構成において、3色のフィルタが垂直方向
20 に2色、水平方向に2色配置された繰り返しパターンのカラーフィルタをさらに備え、前記カラーフィルタの同色フィルタに相当する水平2画素を混合するモードと、水平3画素を混合するモードと、水平4画素を混合するモードのうちの少なくとも2モード間で動作モードを選択的に切り替えられる態様としても良い(第31の構成)。

25 あるいは、前記第29～第31の構成のいずれかにおいて、前記動作モードに、画素混合を行わないモードをさらに含む態様としても良い

(第32の構成)。画素混合を行わずに高解像度な画像出力モードと、画素混合を行うことにより高感度かつ高フレームレートの画像出力モードとの切り替えが可能となるからである。

また、前記第26の構成において、 m 個の画素が、水平方向において連続する画素であっても良い(第33の構成)。あるいは、水平方向における前記 m 個の画素の組み合わせを段毎に変更しても良い(第34の構成)。画素の組み合わせを段毎に変更する場合、隣接する少なくとも二段において、前記 m 個の画素の組み合わせの重心位置が水平方向に等間隔であることが好ましい(第35の構成)。

10 また、本発明のカメラは、前述のいずれかの固体撮像素子を備えたカメラであり、特に、水平方向において連続する画素を混合する固体撮像素子の場合、3板式カラーカメラとすることが好ましい。さらに、3板式カラーカメラの場合、 $m=2$ として、画素混合を行わない第1のモードと、垂直方向に隣接する2画素および水平方向に隣接する2画素を
15 混合する第2のモードとの少なくとも2モード間で動作モードを選択的に切り替えられることが好ましい。

以下、本発明の具体的な実施形態について、図面を参照しながら説明する。

(第1の実施形態)

20 図1に、本実施形態にかかる固体撮像素子の概略構成を示す。本実施形態の固体撮像素子1は、全画素同時独立読み出し方式を採用し、画素に対応して二次元状に配列された光電変換部2と、垂直転送部3と、水平転送部4とを備えている。垂直転送部3および水平転送部4のそれぞれは、CCDにより構成される。光電変換部2としては、フォトダイオードが用いられる。光電変換部2の各々には、赤(R)、緑(G)、青
25 (B)の三色のカラーフィルタが配置されている。本実施形態では、垂

直・水平方向共に2画素おきにRGBのそれぞれのフィルタが周期的に配置されている。例えば、図1に示すように、垂直方向2画素×水平方向2画素の計4画素を単位とすれば、左下の画素がR、右下および左上の画素がG、右上の画素がBとなるように、カラーフィルタが配置されている。なお、垂直転送部3および水平転送部4の転送電極へ、図示しない制御部から制御信号が送られることにより、固体撮像素子1の動作が制御される。前記の制御部は、固体撮像素子1の外部に設けられており、信号線により固体撮像素子1に接続されている。あるいは、固体撮像素子1と一体的に形成されていても良い。

- 10 本実施形態では、垂直転送部3は、垂直方向における光電変換部2の3行分を、一つの転送段とする。このような構成とすることにより、垂直転送部3内で、1画素おきの3行分の画素を加算できる。また、転送段の容量を大きくできるという利点もある。

ここで、固体撮像素子1における水平方向の画素混合動作について説明する。

- 固体撮像素子1は、制御部（図示せず）が垂直転送部3および水平転送部4の転送動作を制御することにより、水平方向における1画素おきの3画素ごとの信号電荷を混合し、水平方向の画素数を1/3に削減する。図2に、信号電荷を混合する画素の組み合わせを示す。なお、混合される画素の組み合わせを、以下、混合画素群と称する。図2において、 $R \times y$ のように示した記号において、R、G、Bは当該画素のフィルタの色を表し、xは当該画素の垂直位置（水平転送部4に近い方から第1段、第2段、・・・とする）、yは混合画素群における当該画素の位置（水平転送部4の出力側に近い方から第1番目、第2番目、・・・とする）をそれぞれ表すものとする。

図2に示すように、固体撮像素子1は、例えば、G11、G12、G

1 3のように、1画素おきに3つずつの緑の画素を、第1の混合画素群とする。さらに、この第1の混合画素群によって生成される混合画素の重心と等間隔になるように、青の画素による混合画素群が決定されている。すなわち、第1の混合画素群のG12とG13との間のB11と、
5 このG13と隣りの混合画素群のG11との間の画素であるB12と、隣りの混合画素群のG11とG12との間の画素であるB13との3つの画素を、第2の混合画素群とする。このように、水平方向において交互に配置された二色の画素を、1画素おきに3つずつ組み合わせて混合することにより、混合後の各色の画素重心が等間隔となるので、モワレや
10 偽信号が生じない。

次に、図2に示す組み合わせで画素混合を行うための固体撮像素子1の駆動手順について、図3～図13の状態遷移図を用いて説明する。

固体撮像素子1の垂直転送部3は、3列単位に構成されている。図3～図13では、水平転送部4の信号電荷は向かって左側に出力されるものとし、この3列単位の垂直転送部3のそれぞれを、水平転送部4の出力側に近い方から順に、第1列、第2列、第3列とする（図中では、1列、2列、3列と表記する）。また、垂直転送部3において、水平転送部4に最も近い転送段を、以下、垂直最終段と称する。
15

上記3列単位に構成された垂直転送部3の垂直最終段のうち、第2列および第3列の垂直最終段は、同じ列の他の転送段並びに他の列の垂直最終段のいずれとも別個に独立して転送を行えるようにそれぞれ構成されている。すなわち、第1列および第3列の垂直最終段に信号電荷を保持したままで、第2列の垂直最終段の信号電荷のみを水平転送部4へ転送することができる。また、第1列および第2列の垂直最終段に信号電荷を保持したままで、第3列の垂直最終段の信号電荷のみを水平転送部4へ転送することができる。なお、このような転送を実現するための、
20
25

垂直転送部 3 の具体的な電極構造例については後述する。

まず、図 3 に示すように、3 列単位の垂直最終段のうち、第 2 列の垂直最終段のみを駆動することにより、図 3 中に矢印で表したように、この第 2 列の垂直最終段のみの信号電荷を、水平転送部 4 へ転送する。

- 5 次に、図 4 に示すように、水平転送部 4 の信号電荷を、順方向へ 2 画素分だけ転送する。

次に、図 5 に示すように、3 列単位の垂直最終段のうち、第 3 列の垂直最終段のみを駆動することにより、図 5 中に矢印で表したように、この第 3 列の垂直最終段のみの信号電荷を、水平転送部 4 へ転送する。

- 10 これにより、図 6 に示すように、G 1 2 と G 1 3、および、B 1 2 と B 1 3 の 2 画素ずつの信号電荷が、水平転送部 4 内でそれぞれ混合されることとなる。そして、さらに、図 6 に示すように、水平転送部 4 の信号電荷を、順方向へ 2 画素分だけ転送する。

- 次に、図 7 に示すように、全ての垂直転送部 3 に 1 段分の垂直転送を行わせることにより、図 8 に示すように、G 1 1 と G 1 2 と G 1 3 の 3 画素の信号電荷、および、B 1 1 と B 1 2 と B 1 3 の信号電荷が、水平転送部 4 内でそれぞれ混合される。このように、同じ段における二色の画素が、1 画素おきに 3 画素ずつの組み合わせで混合されるので、水平方向における画素数が $1/3$ に削減されることとなる。また、図 8 から
20 分かるように、緑の混合画素と青の混合画素が等間隔になるので、モアレや偽信号が生じない。

- さらに、図 8 に示した状態から、図 3 ～図 7 に示した動作と同じ転送動作を繰り返すことにより、図 8 に示した状態において垂直最終段にあった信号電荷が、図 9 に示すように、1 画素おきに 3 画素ずつの組み合わせで、水平転送部 4 内で混合される。
25

さらに、図 9 に示した状態から、図 3 ～図 7 に示した動作と同じ転送

動作を繰り返すことにより、図 9 に示した状態において垂直最終段にあった信号電荷が、図 10 に示すように、1 画素おきに 3 画素ずつの組み合わせで、水平転送部 4 内で混合される。これにより、図 2 に a で示した 3 段分の全画素の信号電荷が、水平転送部 4 へ転送されたこととなる。

- 5 次に、図 11 に示すように、水平転送部 4 内の信号電荷を順次出力することにより、固体撮像素子 1 から、3 行分の信号電荷が、水平方向の画素数が 1 / 3 に削減された状態で出力される。

- この後、上述と同様の転送動作を繰り返すことにより、図 2 に b で示した 3 段分の全画素の信号電荷が、図 12 に示すような状態で水平転送部 4 へ転送され、図 13 に示すように、水平転送部 4 から順次出力される。

- 上述のように、固体撮像素子 1 の水平転送部 4 から出力される画像信号は、画素が 1 次元に配置されたものであるので、この信号を元の 2 次元配列に戻すために、固体撮像素子 1 の外部の画像処理装置において、水平転送部 4 からの出力信号を 2 次元的に再配置する処理が行われる。

- 例えば、図 2 に a および b で示した 3 段分の画素が、それぞれ、図 14 (a) に示すような順序で水平転送部 4 から出力されるものとする。なお、図 14 (a) において、ダミーと表記されている部分は、垂直 C D 部 3 の周辺部に位置する画素であって、3 画素分の信号電荷が混合されていないものを指す。また、図 14 (a) および (b) に示した a 7 ~ a 12、a 13 ~ a 18、b 7 ~ b 12、b 13 ~ b 18 は、図 11 および図 13 にそれぞれ示した a 1 ~ a 6 および b 1 ~ b 6 の繰り返しであるが、2 次元配置した後の位置を分かりやすくするために、添え字を変更したものである。また、図 14 (b) のように配置された混合画素の色を、図 14 (c) に R G B の記号で示した。

図 14 (c) から分かるように、固体撮像素子 1 によれば、水平方向

の画素数を $1/3$ に削減した後も、画素の配置は元のとおりに保たれる。従って、画質を劣化させることなく、固体撮像素子 1 からの映像信号の出力スピードを向上させることができる。

5 なお、図 1 5 に示すように、水平方向に 1 画素おきの 3 画素を、垂直方向に 1 行おきの 3 行分、合計 9 画素を一つの混合画素群とすれば、全てのフォトダイオードの信号画素を捨てずに混合できるので、感度を向上させることができ、好ましい。この場合、RGB のそれぞれについての混合画素群の重心は、図 1 5 に示したように、等間隔となる。従って、解像度が高くモワレが少ない画像を得ることができる。

10 この場合、垂直方向において 1 行おきの 3 行分の信号電荷を混合する方法は、例えば、以下のとおりである。

（１）まず、2 行おきの $1/3$ の画素の信号電荷を垂直転送部 3 へ読み出し、2 画素分垂直転送する。

15 （２）次に、前回読み出した画素から順方向に 2 画素目の画素の信号電荷を垂直転送部 3 へ読み出し、前回読み出した画素と混合し、2 画素分垂直転送する。

（３）さらに、残りの画素の信号電荷を垂直転送部 3 へ読み出し、1 画素おきの 3 画素の信号電荷を混合する。

20 なお、垂直転送段を 3 画素分とする電極構造（6 相）の場合、上記動作が可能である。また、垂直転送段を 2 画素分とする電極構造（4 相）の場合、3 段を 1 単位として、含まれる 6 画素に対応する読み出し電極をすべて独立にする必要があるため、電極の総数は 8 相必要である。

25 例えば、図 1 6 に示すように、図 1 5 に示した 9 画素から、垂直方向における真ん中の行を間引いた、合計 6 画素を一つの混合画素群としても良い。この場合も、RGB のそれぞれについての混合画素群の重心が等間隔となるので、解像度が高くモワレが少ない画像を得ることができ

る。

また、図 1 7 に示すように、垂直方向における 3 行中の 2 行を間引き、水平方向における 3 画素のみを一つの混合画素群としても良い。

前述したように、行を間引くことによって垂直方向の画素数も削減することにより、さらに信号出力スピードを向上させることも可能である。垂直方向の画素数を削減する方法としては、例えば、画素を構成するフォトダイオードから垂直転送部 3 へ信号電荷を読み出す際に、不要な行の電荷を読み出さずにフォトダイオードに蓄積したままにしておくことにより、読み出さなかった行の画素を間引く方法がある。この場合、読み出されなかった信号電荷は、フォトダイオードから基板等に排出する構成とすれば良い。

ここで、上述した駆動を実現するための電極構造の一例を、図 1 8 に示す。図 1 8 に示す電極構造は、垂直転送部 3 の垂直転送段の各々を、V 1 ~ V 6 の 6 相の転送電極（共通電極）で構成したものである。ただし、垂直最終段のみは、他の垂直転送段と電極構造が異なっている。すなわち、垂直最終段の第 2 列は、他の垂直転送段並びに垂直最終段における他の列（第 1 列および第 3 列）のいずれとも独立して転送動作を行わせるために、第 3 相および第 5 相が、前述の共通電極とは異なる独立電極（V C 1、V C 2）により構成されている。また、垂直最終段の第 3 列は、他の垂直転送段並びに垂直最終段における他の列（第 1 列および第 2 列）のいずれとも独立して転送動作を行わせるために、第 3 相および第 5 相が、前述の共通電極並びに第 2 列の独立電極のいずれとも異なる独立電極（V C 3、V C 4）により構成されている。なお、垂直最終段の第 1 列は、他の垂直転送段と同様に、V 1 ~ V 6 の共通電極により構成されている。

このような電極構造をとることにより、3 列ごとの垂直最終段の第 2

および第 3 列に独立して転送動作を行わせることが可能となり、図 3 ～
図 1 3 に示したような転送動作を実現できる。

あるいは、図 1 9 に示すように、垂直最終段の第 1 列も、第 3 相およ
び第 5 相を独立電極（V C 5、V C 6）により構成しても良い。この構
5 成を採用した場合、図 7 に示した状態では全ての垂直転送部 3 に同時に
転送動作を行わせたところを、第 1 列のみに転送動作を行わせてから、
全垂直転送段による 1 段転送を行うようにしても良い。

なお、垂直転送部 3 が 6 相駆動の場合、垂直最終段の第 2 列および第
3 列（あるいは第 1 ～第 3 列の全て）における 6 枚の電極のうち、2 枚
10 あるいは 3 枚が、独立電極であることが好ましい。垂直最終段において
3 枚の転送電極を独立電極とする場合の構造例を、図 2 0 および図 2 1
に示す。これら 2 枚あるいは 3 枚の独立電極は、互いに隣接していても
かまわないが、製造プロセスを考慮すれば、独立電極間に少なくとも 1
枚の共通電極が介在している方が好ましい。

15 従って、6 相駆動の場合は、例えば図 1 8 および図 1 9 にそれぞれ示
すように、水平転送部 4 側に近い方から 2 番目および 4 番目を独立電極
とした構成、あるいは、例えば図 2 0 および図 2 1 にそれぞれ示すよう
に、水平転送部 4 側に近い方から 2 番目、4 番目、および 6 番目を独立
電極とした構成が好ましい。ただし、垂直最終段の電極構造は、これら
20 の具体例に限定されない。

また、本実施形態では、6 相駆動の電極構造を例示したが、3 相また
は 4 相であっても構わない。ただし、3 相または 4 相駆動の場合、独立
電極の数は 2 枚となる。

25 なお、図 2 2 は、図 1 8 および図 1 9 に示すような電極構造における
ゲート電極の具体的配置の一例を示す図である。図 2 2 において、チャ
ネルストップ 5 1 の間に形成された転送路 5 2 が、垂直転送部 3 となる。

図 2 2 の例では、垂直転送部 3 における垂直最終段以外の転送段は、V 2、V 4、および V 6 の 3 枚の転送電極が、同一層の電極膜（第 1 層目電極）によって全列にわたる共通電極として形成されている。同様に、V 1、V 3、および V 5 の 3 枚の転送電極も、前記第 1 層目電極よりも上層に形成される同一層の電極膜（第 2 層目電極）により、全列にわたる共通電極として形成されている。一方、垂直最終段においては、前記第 2 層目電極と同じ電極膜を、各列において島状に分離したパターン形状とすることにより、第 3 相および第 5 相の転送電極（水平転送部 4 に近い側から 2 番目および 4 番目の電極）が、 $\phi V 3 A \sim \phi V 3 C$ および $\phi V 5 A \sim \phi V 5 C$ の独立電極として形成される。なお、図 1 8 に示すように、垂直最終段の第 1 列を独立して駆動させない場合は、図 2 2 に示す $\phi V 3 A$ および $\phi V 5 A$ を、 $\phi V 3$ および $\phi V 5$ と同じ端子に接続すれば良い。

なお、図 2 2 のゲート電極構造は、ゲート電極が第 1 層目または第 2 層目の転送電極で形成される一例として示したが、図 2 9 に示すように、転送電極を第 1 層目～第 3 層目の電極膜のいずれかで形成しても良い。図 2 9 の例では、垂直転送部 3 における垂直最終段以外の転送段では、V 2、V 4、および V 6 の 3 枚の転送電極が、同一層の電極膜（第 1 層目電極）によって全列にわたる共通電極として形成されている。同様に、V 1、V 3、および V 5 の 3 枚の転送電極も、前記第 1 層目電極よりも上層に形成される同一層の電極膜（第 2 層目電極）により、全列にわたる共通電極として形成されている。一方、垂直最終段においては、V 1、V 3 C、V 5 A、V 5 B の転送電極は第 3 層目の転送電極で形成され、V 3 A、V 3 B、V 5 C の転送電極は第 2 層目の転送電極で形成され、V 2、V 4、V 6 は第 1 層目の転送電極で形成される。

この構成により、第 3 相および第 5 相の転送電極（水平転送部 4 に近

い側から 2 番目および 4 番目の電極) が、 $\phi V 3 A \sim \phi V 3 C$ および $\phi V 5 A \sim \phi V 5 C$ の独立電極として形成される。なお、図 1 8 に示すように、垂直最終段の第 1 列を独立して駆動させない場合は、図 2 9 に示す $\phi V 3 A$ および $\phi V 5 A$ を、 $\phi V 3$ および $\phi V 5$ と同じ端子に接続すれば良い。

なお、図 2 9 の例では $V 1$ 、 $V 3 C$ 、 $V 5 A$ 、 $V 5 B$ を第 3 層目の電極膜で形成したが、各転送電極の電極膜を限定するものではない。なお、図 2 9 のゲート電極構造は、ゲート電極を第 1 層目～第 3 層目のいずれかの電極膜で形成したが、第 4 層目以上の電極膜を使用してもよい。なお、図 2 2 のゲート電極構造においては転送電極が 2 層で済むため、電極膜形成が比較的容易であるが、独立電極が島状に分離したパターンとなるため、同一ゲートの独立電極同士を繋ぐための別配線が必要である。これに対し、第 3 層目以上の電極膜で転送電極を形成した場合は、同一ゲートの独立電極同士が同じ電極膜で繋がっているため、別配線が不要になるメリットがある。

ここで、図 1 8 に示した電極構造を例にとり、制御部 (図示せず) から垂直転送部 3 および水平転送部 4 の各転送電極へ与えられる制御信号のタイミングチャートと、このタイミングチャートに応じた転送電荷の様子を、図 2 3 に示す。なお、この電極構造の場合、図 2 4 に示すように、光電変換部 2 から読み出された信号電荷は、転送電極の $V 3$ および $V 4$ に蓄積されるようになっている。

図 2 3 において、 $V 1 \sim V 6$ 、および、 $V C 1 \sim V C 4$ のそれぞれに与えられる駆動パルスが高レベルの場合に、当該電極はストレージ部となる。また、駆動パルスが低レベルの場合に、当該電極はバリア部となる。

図 2 3 に示すタイミングチャートに従って、垂直転送部 3 および水平

転送部 4 を駆動することにより、本実施形態で説明したような画素混合が実現できる。なお、図 2 3 に示すように、 $\phi V 4$ を低レベルにするタイミング ($t 2$) よりも前に、 $\phi V 2$ を高レベルにする ($t 1$) ことが好ましい。時刻 $t 1$ で $\phi V 2$ を高レベルとすることにより、信号電荷の蓄積電極が時刻 $t 1$ 以前においては $\phi V 3$ 、 $\phi V 4$ となり、時刻 $t 1 \sim t 2$ の期間においては $\phi V 2$ 、 $\phi V 3$ ($\phi V C 3$)、 $\phi V 4$ となり、時刻 $t 2 \sim t 3$ の期間においては $\phi V 2$ 、 $\phi V 3$ ($\phi V C 3$) となる。これにより、水平転送部 4 へ信号電荷を移動する期間に、転送しない垂直転送段の信号電荷の損失を防止できるという利点がある。

- 10 なお、図 2 5 は隣接する 3 列の垂直最終段のうち 2 列において、水平転送部側から 2 番目および 4 番目の転送電極が、他の列の垂直最終段とは独立した独立電極であり、隣接する 3 列の垂直最終段の全てにおいて、水平転送部側から 1 番目、3 番目および 5 番目の転送電極が、垂直転送部の他の段とは異なる実施例である。各転送電極へ与えられる制御信号のタイミングチャートと、このタイミングチャートに応じた転送電荷の様子を、図 2 6 に示す。図 2 3 に示す動作と異なる点は、垂直最終段で 1 列目と 2 列目の電荷を選択的に水平 C C D に転送する際には、垂直最終段の電極のうち $V C 1 \sim V C 4$ 、 $V 2'$ 、 $V 4'$ 、 $V 6'$ のみを駆動し、3 列目の電荷を選択的に水平 C C D に転送するときのみ、全画面に共通な $V 1 \sim V 6$ も含めた電極にパルスを印加し、電荷転送する。このことにより図 2 3 に示した構成例よりも、消費電力を削減することができる。なお、図 2 5 の垂直最終段の電極 $V 2'$ は垂直転送部の他の段の電極 $V 2$ と同じであっても良い。
- 15
20

- 図 2 7 は、水平空間周波数応答を示したグラフであり、 $g 1$ は画素混合をしない全画素の場合の周波数応答である。全画素ナイキスト周波数 F は、全画素サンプリング周波数 f と、 $F = 1 / 2 \times f$ の関係がある。
- 25

間引き等により通常の $1/3$ の周波数でサンプリングする場合、ナイキスト周波数 $1/3 F$ を境に高域成分が折り返されるため、 $2/3 F$ の成分が DC 成分に加わる。図 27 の g 2 は、前述した特許文献 1 のように水平 3 画素の両端の 2 画素を混合する場合の周波数応答である。この場合、ナイキスト周波数は $1/3 F$ となり、 $2/3 F$ の成分が約 0.25 のため、DC へ折り返り偽信号を発生する。図 27 の g 3 は、本発明における 1 画素おきの 3 画素混合の場合の周波数応答である。ナイキスト周波数は、 $1/3 F$ となるが、 $2/3 F$ の成分が 0 であるため、DC への折り返し成分はほとんどない。図 27 に示すように、固体撮像素子 1 によれば、モワレや偽信号が少ない高品質な画像信号を得ることができる。

なお、上述の実施形態では、水平方向に 3 画素を混合するための構成および駆動方法について説明したが、本発明は、3 画素以上の奇数画素の混合に適用することが可能であり、5 画素以上の混合を実現するための構成および駆動方法については、当業者であれば本実施形態の説明から理解できるであろう。

また、本発明は、図 1 に示したようなフィルタ配列の固体撮像素子に限定されるものではなく、他の配列にも適用可能である。さらに、カラーフィルタを用いないモノクロ画像の固体撮像素子にも適用できる。

また、本実施形態で説明した固体撮像素子をデジタルカメラに適用すれば、固体撮像素子から高速にデータが出力されるので、高速動作が可能であり、かつ、画質に優れたデジタルカメラを実現できる。本発明の高速動作と通常の全画素読み出し動作を切り替えて使用することができるため、動画（高速動作）モードと静止画（全画素読み出し動作）モードを兼ね備えたデジタルカメラを実現できる。図 28 に、本発明にかかるデジタルカメラの構成例を示す。本デジタルカメラは、被

写体からの入射光を固体撮像素子 1 の撮像面に結像するためのレンズなどを含む光学系 3 1 と、固体撮像素子 1 の駆動を制御する制御部 3 2 と、固体撮像素子 1 からの出力信号に対して様々な信号処理を施す画像処理部 3 3 とを備えている。

- 5 なお、本発明にかかるデジタルカメラは、固体撮像素子にカラーフイルタを設けず、水平方向において連続する画素を混合する場合は、ダイクロミックミラー等を用いることによってカラー化することができる（いわゆる 3 板式カラーカメラ）。さらに、3 板式カラーカメラの場合、 $m=2$ として、画素混合を行わない第 1 のモードと、垂直方向に隣接する 2 画素および水平方向に隣接する 2 画素を混合する第 2 のモードとの
10 少なくとも 2 モード間で動作モードを選択的に切り替えられることが好ましい。

（第 2 の実施形態）

- 本発明の第 2 の実施形態にかかる固体撮像素子について、以下に説明
15 する。

本実施形態にかかる固体撮像素子の基本的な構造は、第 1 の実施形態にかかる固体撮像素子（図 2 2 参照）とほぼ同様である。ただし、垂直転送部 3 および水平転送部 4 の駆動方法が、第 1 の実施形態と異なっている。

- 20 また、本実施形態の固体撮像素子は、垂直最終段が m （ m は 2 以上の整数）列毎に同じ転送電極構造を有し、上記 m 列の全ての垂直最終段に、水平転送部 4 への転送動作を他の列とは独立して制御するために、垂直最終段の他の列から独立した転送電極が設けられた構成である。ここで、 $m=3$ である場合を具体例としてあげて、本実施形態の固体撮像素子の
25 構成および動作について説明する。 $m=3$ の場合、本固体撮像素子の構成は、第 1 の実施形態において図 2 2 に示したものと同様である。

ここで、図 3 0 ～ 図 4 7 を参照し、本実施形態の固体撮像素子の動作について説明する。図 3 0 ～ 図 4 7 では、垂直転送部 3 へ読み出された信号電荷のそれぞれに番号を付し、この番号によって信号電荷の移動を示した。なお、図 3 0 等では 8×8 画素のみを示したが、番号 1 8, 2 8, … 8 8 の列の右側に、番号 1 9, 2 9, … 8 9 の列があり、さらにその右側に番号 1 1 0, 2 1 0, … 8 1 0 の列、さらにその右側に番号 1 1 1, 2 1 1, … 8 1 1 の列が続いているものとする。

図 3 0 は、光電変換部 2 の各画素から、垂直転送部 3 へ信号電荷が読み出された状態を示す。この状態から、まず、垂直転送部 3 の垂直最終段の転送電極を、3 列毎に 1 列だけ転送動作させることにより、図 3 1 に示すように、垂直転送部 3 の垂直最終段の信号電荷のうち、3 列毎に 1 列の信号電荷を、水平転送部 4 へ転送する。次に、図 3 2 に示すように、水平転送部 4 内の信号電荷を、順方向へ 1 画素分だけ水平転送する。

さらに、図 3 3 に示すように、垂直転送部 3 の垂直最終段の転送電極を、3 列毎に 1 列（図 3 1 において転送した列とは異なる列）だけ転送動作させることにより、垂直転送部 3 の垂直最終段の信号電荷のうち、3 列毎に 1 列の信号電荷を、水平転送部 4 へ転送する。これにより、水平転送部 4 において、3 列毎に 2 列分の信号電荷が混合されることとなる。次に、図 3 4 に示すように、水平転送部 4 内の信号電荷を、順方向へ 1 画素分だけ水平転送する。

次に、図 3 5 に示すように、垂直転送部 3 の垂直最終段の転送電極を、3 列毎に 1 列（図 3 1、図 3 3 において転送した列とは異なる列）だけ転送動作させることにより、垂直転送部 3 の垂直最終段の信号電荷のうち、3 列毎に 1 列の信号電荷を、水平転送部 4 へ転送する。以上の転送動作により、図 3 5 に示すように、垂直転送部 3 の垂直最終段の信号電荷が、3 列毎に、水平転送部 4 で混合されることとなる。

次に、図 3 6 に示すように、垂直転送部 3 の全ての転送段に、垂直最終段へ向けて 1 段分の垂直転送を行わせる。

そして、図 3 6 において垂直最終段に位置する信号電荷（2 1 ~ 2 8）について、上記と同様の手順で垂直転送と水平転送とを繰り返すことにより（図 3 7 ~ 図 4 1）、これらの信号電荷を 3 列毎に水平転送部 4 で混合する。

さらに、図 4 2 に示すように、垂直転送部 3 の全ての転送段に、垂直最終段へ向けて 1 段分の垂直転送を行わせ、上記と同様の手順で垂直最終段に位置する信号電荷（3 1 ~ 3 8）について垂直転送と水平転送とを繰り返すことにより（図 4 2 ~ 図 4 7）、これらの信号電荷を 3 列毎に水平転送部 4 で混合する。

図 4 7 に示すとおりに水平転送部 4 で混合された 3 段分の信号電荷は、この後、水平転送部 4 から順次出力される。

以上のように、本実施形態の固体撮像素子によれば、3 画素混合を実現することができる。

なお、本実施形態では、水平方向に隣接する 3 画素ずつを水平転送部 4 内で混合する例を示したが、混合される画素は必ずしも隣接していなくとも良い。例えば、カラーフィルタが設けられている場合は、同色フィルタの画素同士を混合することが好ましい。逆に、カラーフィルタを用いない固体撮像素子の場合は、隣接画素を混合する方が、空間周波数特性が劣化しない点で好ましい。

本実施形態では、 $m = 3$ の例を説明したが、 $m = 2$ の場合あるいは m が 4 以上の場合であっても、 m 列中の 1 列の信号電荷の垂直転送と水平転送とを繰り返すことによって m 画素混合を実現できることは、当業者であれば容易に理解できるであろう。

また、例えば $m = 6$ の場合、すなわち、垂直最終段の転送電極が 6 列

毎に同じ転送電極構造を有し、前記 6 列中の 5 列あるいは全列が、他の列とは独立に水平転送部への転送動作が行えるように、他の列から独立した転送電極として構成されている場合、垂直転送部 3 および水平転送部 4 への制御信号のパターンを切り替えることにより、6 画素混合、3 画素混合、2 画素混合、画素混合なし、の 4 種類のモードでの動作が可能である。すなわち、理論的には、垂直最終段の転送電極のうち、同じ構造をとる単位（本数）の約数に相当する画素を混合するモードを、任意に実現することができる。

上述の複数混合モードについて、例えば、図 4 8 に示すような、いわゆるベイア配列のカラーフィルタが設けられている場合を例にあげて説明する。図 4 8 において、R、G、B の記号が各画素に対応するフィルタの色を表す。この場合、 $m=12$ 、すなわち、垂直最終段の転送電極が 12 列毎に同じ転送電極構造を有し、前記 12 列中の 11 列あるいは全列が、他の列とは独立に水平転送部への転送動作が行えるように、他の列から独立した転送電極として構成されている固体撮像素子を用いて、9 画素混合モードと 4 画素混合モードを実現できる。9 画素混合モードでは、水平方向に 1 画素おきに 3 画素分、垂直方向に 1 段おきに 3 段分の合計 9 画素を混合することにより、R、G、B の色別に 9 画素ずつが混合されることとなる。一方、4 画素混合モードでは、水平方向に 1 画素おきに 2 画素分、垂直方向に 1 段おきに 2 段分の合計 4 画素を混合することにより、R、G、B の色別に 4 画素ずつが混合されることとなる。

なお、上述の場合において、垂直方向の画素混合は、垂直転送段内で行っても良いし、水平転送部内で行っても良い。

（第 3 の実施形態）

本発明のさらに他の実施形態にかかる固体撮像素子について説明する。本実施形態の固体撮像素子は、第 2 の実施形態と同様の構成を有する

が、混合される画素の組み合わせが各段において異なっている点において、第2の実施形態と異なっている。

ここで、 $m = 2$ の場合について、図49～図57を参照しながら、具体的な動作を説明する。図49～図57においても、垂直転送部3へ読み出された信号電荷のそれぞれに番号を付し、この番号によって信号電荷の移動を示した。なお、図49等では 8×8 画素のみを示したが、番号18, 28, …88の列の右側に、番号19, 29, …89の列があり、さらにその右側に番号110, 210, …810の列が続いているものとする。

10 図49は、光電変換部2の各画素から、垂直転送部3へ信号電荷が読み出された状態を示す。この状態から、まず、垂直転送部3の垂直最終段の転送電極のうち、図50に示すように、偶数列の転送電極だけを転送動作させることにより、垂直転送部3の垂直最終段の信号電荷のうち、2列毎に1列の信号電荷を、水平転送部4へ転送する。次に、図51に示すように、水平転送部4内の信号電荷を、順方向へ1画素分だけ水平転送する。

そして、図52に示すように、垂直転送部3の垂直最終段の転送電極のうち、奇数列の転送電極だけを転送動作させることにより、垂直転送部3の垂直最終段の信号電荷のうち、2列毎に1列の信号電荷を、水平転送部4へ転送する。これにより、水平転送部4内で、垂直最終段の信号電荷が2列毎に混合されることとなる。

次に、図53に示すように、垂直転送部3の全ての転送段に、垂直最終段へ向けて1段分の垂直転送を行わせる。そして、図54に示すように、水平転送部4内の信号電荷を順方向へ1画素分だけ水平転送した後、図55に示すように、垂直転送部3の垂直最終段の転送電極のうち、奇数列の転送電極だけを転送動作させることにより、垂直転送部3の垂直

最終段の信号電荷のうち、2列毎に1列の信号電荷を、水平転送部4へ転送する。そして、図56に示すように、水平転送部4内の信号電荷を、順方向へ1画素分だけ水平転送する。次に、図57に示すように、垂直転送部3の垂直最終段の転送電極のうち、偶数列の転送電極だけを転送動作させることにより、垂直転送部3の垂直最終段の信号電荷のうち、2列毎に1列の信号電荷を、水平転送部4へ転送する。これにより、水平転送部4内で、垂直最終段の信号電荷が2列毎に混合されることとなる。

以下、図49～図57と同様の動作を繰り返す。

- 10 この手順により、本実施形態では、奇数段の信号電荷（図49に示した番号x1～x8の信号電荷であって、xが奇数のもの）は、番号x1と番号x2、番号x3と番号x4、番号x5と番号x6、番号x7と番号x8の組み合わせで2画素毎に混合される。一方、偶数段の信号電荷（図49に示した番号x1～x8の信号電荷であって、xが偶数のもの）は、番号x2と番号x3、番号x4と番号x5、番号x6と番号x7、番号x8と番号x9の組み合わせで2画素毎に混合される。

- 20 これにより、図58に丸印で示すように、奇数段で混合される2画素の重心位置と、偶数段で混合される2画素の重心位置とが、交互にバランス良く配置されることとなる。このように、混合される画素群の重心位置が水平方向に等間隔になるようにすることで、視覚的な解像度が向上し、より鮮明な画像が得られるという利点がある。

- 25 なお、第1の実施形態にかかる固体撮像素子と同様に、第2および第3の実施形態にかかる固体撮像素子をデジタルカメラに適用すれば（図28参照）、固体撮像素子から高速にデータが出力されるので、高速動作が可能であり、かつ、画質に優れたデジタルカメラを実現できる。また、本発明の高速動作と通常的全画素読み出し動作を切り替えて

使用することができるため、動画（高速動作）モードと静止画（全画素読み出し動作）モードを兼ね備えたデジタルカメラを実現できる。

5 なお、第1～第3の実施形態にかかる固体撮像素子であって、画素混合を行わずに全画素の信号電荷を出力するモードと、4画素混合を行うモードとを切り替え可能な固体撮像素子を用いてデジタルカメラを構成することも好ましい。このようなデジタルカメラでは、例えば、画素混合を行わないモードではHDTV動画モード（垂直方向1000画素×水平方向2000画素）での画像出力、4画素混合を行うモードではSDTV動画モード（垂直方向500画素×水平方向1000画素）
10 での画像出力が可能となる。HDTV動画モードでは高解像度な画像を出力でき、SDTV動画モードでは高感度かつ高フレームレートの画像出力が可能である。

 また、800万画素相当以上の固体撮像素子において、より具体的には垂直の画素数が2160画素以上、水平の画素数が3840画素以上
15 有する固体撮像素子において、垂直3画素×水平3画素の合計9画素を混合することによる走査線数が720本のTVフォーマットの撮像モードと、垂直2画素×水平2画素の4画素を混合することによる走査線が1080本のTVフォーマットの撮像モードとの少なくとも2モードを選択的に切り替えられるように構成することにより、高解像度な画像出力モードと高感度かつ高フレームレートの画像出力モードの切り替えが
20 可能である。

 さらに、垂直4画素×水平4画素の16画素を混合する撮像モードを有することにより、走査線数が480本のNTSC方式あるいは575本のPAL方式の走査線数の撮像モードを実現することができる。

25 なお、このようなデジタルカメラは、固体撮像素子にカラーフィルタが設けられた構成であっても良いし、固体撮像素子にはカラーフィル

- タを設けずに、ダイクロイックミラーを用いて分光することによりカラー映像を得る、いわゆる三板式カメラであっても良い。前述したように、固体撮像素子にカラーフィルタが設けられている場合は、同色フィルタの画素同士を混合することが好ましく、三板式カメラの場合は、互いに
- 5 隣接する複数画素を混合することが好ましい。

産業上の利用可能性

- 本発明は、少なくとも水平方向の画素数を削減することにより、モアレや偽信号を生じることなく良質な映像信号を高速に出力できる固体撮
- 10 像素子に利用可能である。

特許請求の範囲

1. 2次元配列の画素から読み出した信号電荷を垂直方向へ転送するために前記画素の各列に対応して設けられた垂直転送部と、

- 5 前記垂直転送部から受け取った信号電荷を水平方向に転送する水平転送部とを有し、

前記垂直転送部における前記水平転送部に最も近い転送段である垂直最終段が、 m (m は2以上の整数)列毎に同じ転送電極構成を有し、

- 10 前記 m 列のうち、一つの列以外の垂直最終段あるいは全ての列の垂直最終段に、当該垂直最終段から前記水平転送部への転送動作を、当該 m 列における他の列とは独立して制御するために、前記他の列とは独立した転送電極が設けられたことを特徴とする固体撮像素子。

2. 前記 m が $2n+1$ (n は1以上の整数)である、請求項1に記載の固体撮像素子。

- 15 3. 水平方向において1画素おきの $2n+1$ (n は1以上の整数)個ずつを第1の混合画素群とし、

前記第1の混合画素群以外の画素から、1画素おきの $2n+1$ 個ずつの画素であって、その画素重心が前記第1の混合画素群の画素重心の間で等間隔になる画素を第2の混合画素群として、

- 20 第1、第2の混合画素群のそれぞれに含まれる画素の信号電荷を水平転送部内で加算する、請求項2に記載の固体撮像素子。

4. 垂直最終段における前記第1、第2の混合画素群のそれぞれについて、

- 25 (a1) 前記 $2n+1$ 個の画素からなる各混合画素群のうち、前記水平転送部の出力側から最も遠い画素の信号電荷のみを、垂直最終段から水平転送部へ転送し、

- (a 2) 水平転送部の信号電荷を順方向に 2 画素分転送し、
- (a 3) 前記 $2n + 1$ 個の画素群のうち、垂直最終段に信号電荷が残っている画素であって前記水平転送部の出力側から最も遠い画素の信号電荷のみを、垂直最終段から水平転送部へ転送し、
- 5 (a 4) 前記 a 2 および a 3 の転送を、前記 $2n + 1$ 個の画素群の全ての信号電荷が垂直最終段から水平転送部へ転送されるまで繰り返して行う、請求項 3 に記載の固体撮像素子。
5. (b 1) 前記 a 1 ~ a 4 の転送の最後として、前記 $2n + 1$ 個の画素群のうち最後の画素の信号電荷を垂直最終段から水平転送部へ転送した後、または転送すると同時に、全列の垂直転送部の信号電荷を 1
- 10 段転送し、
- (b 2) 前記 b 1 により垂直最終段に転送された信号電荷について、a 1 ~ a 4 の転送を行い、
- (b 3) 前記 b 1 および b 2 の転送を、 $2n + 1$ 段分の信号電荷が水平転送部へ転送されるまで繰り返して行う、請求項 4 に記載の固体撮像素子。
- 15 前記垂直転送部における前記水平転送部に最も近い垂直最終段が、3 列毎に同じ転送電極構成を有し、
- 前記 3 列のうち、少なくとも水平転送部の出力側から第 2 および第 3
- 20 列の垂直最終段に、当該垂直最終段から前記水平転送部への転送動作を、他の垂直最終段とはそれぞれ独立して制御するために、他の垂直最終段とは独立した転送電極が設けられた、請求項 2 に記載の固体撮像素子。
7. 水平転送部の出力側から第 1 列の前記垂直最終段は、当該列における垂直最終段以外の段と同じ電極構成を有する、請求項 6 に記載の
- 25 固体撮像素子。
8. 水平方向において 1 画素おきの 3 個ずつを第 1 の混合画素群と

し、

前記第 1 の混合画素群以外の画素から、1 画素おきの 3 個ずつの画素であって、その画素重心が前記第 1 の混合画素群の画素重心の間で等間隔になる画素を第 2 の混合画素群とする、請求項 6 に記載の固体撮像素子。

9. (c 1) 前記 3 列のうち、水平転送部の出力側から第 2 列の垂直最終段の信号電荷のみを水平転送部へ転送し、

(c 2) 水平転送部の信号電荷を順方向に 2 画素分転送し、

(c 3) 前記 3 列のうち、水平転送部の出力側から第 3 列の垂直最終段の信号電荷のみを水平転送部へ転送し、

(c 4) 水平転送部の信号電荷を順方向に 2 画素分転送し、

(c 5) 前記 3 列のうち、水平転送部の出力側から第 1 列の垂直最終段の信号電荷を水平転送部へ転送する、請求項 6 に記載の固体撮像素子。

10. (d 1) 前記 c 5 において第 1 列の垂直最終段の信号電荷を水平転送部へ転送した後、または転送すると同時に、全列の垂直転送部の信号電荷を 1 段転送し、

(d 2) 前記 d 1 の最後に垂直最終段に転送された信号電荷について、c 1 ~ c 5 の転送を行い、c 5 において第 1 列の垂直最終段の信号電荷を水平転送部へ転送した後、または転送すると同時に、全列の垂直転送部の信号電荷を 1 段転送し、

(d 3) 前記 d 2 の最後に垂直最終段に転送された信号電荷について、c 1 ~ c 5 の転送を行う、請求項 9 に記載の固体撮像素子。

11. 前記第 1 および第 2 の混合画素群のそれぞれの、垂直方向において 1 行おきの $2n + 1$ 行分の合計 $(2n + 1) \times (2n + 1)$ 画素を、1 つの混合画素群として、各列に含まれる $2n + 1$ 行分の画素の信号電荷を垂直転送部内で加算する、請求項 3 に記載の固体撮像素子。

1 2. 水平方向において1画素おきの3画素の、垂直方向において1行おきの3行分の、合計9画素を、1つの混合画素群とする、請求項1 1に記載の固体撮像素子。

1 3. 水平方向において1画素おきの3画素を、垂直方向において3行間隔を空けた2行分、合計6画素を、1つの混合画素群とする、請求項3に記載の固体撮像素子。

1 4. 水平方向において1画素おきの3画素を、垂直方向における3行毎に1行、合計3画素を、1つの混合画素群とする、請求項3に記載の固体撮像素子。

10 1 5. 前記2次元配列の画素に、水平方向において2画素、垂直方向において2画素の合計4画素を1単位としたカラーフィルタを配した、請求項2に記載の固体撮像素子。

1 6. 前記カラーフィルタが、前記4画素の一对角線上の2画素に第1の色のフィルタを配し、他の2画素に第2および第3の色のフィルタをそれぞれ配した、請求項1 5に記載の固体撮像素子。

1 7. 前記2次元配列の画素に、水平方向において2画素、垂直方向において4画素の合計8画素を1単位としたカラーフィルタを配し、垂直方向において隣接する2画素を垂直転送部内で加算する、請求項3に記載の固体撮像素子。

20 1 8. 前記垂直最終段の各列は、6個の転送電極で構成され、隣接する3列の垂直転送部の全てにおいて、前記6個の転送電極のうち、水平転送部側から2番目および4番目が、他の列の垂直最終段とは独立した独立電極であり、1番目、3番目、5番目、および6番目が垂直転送部の他の段と共通した電極である、請求項6に記載の固体撮像素子。

1 9. 前記垂直最終段の各列は、6個の転送電極で構成され、

隣接する 3 列の垂直転送部のうちの 2 列において、前記 6 個の転送電極のうち、水平転送部側から 2 番目および 4 番目が、他の列の垂直最終段とは独立した独立電極であり、1 番目、3 番目、5 番目、および 6 番目が垂直転送部の他の段と共通した電極であり、

- 5 隣接する 3 列の垂直転送部のうちの残りの 1 列において、1 番目～6 番目の全ての転送電極が、垂直転送部の他の段と共通した電極である、請求項 6 に記載の固体撮像素子。

20. 前記垂直最終段の各列は、6 個の転送電極で構成され、

- 10 隣接する 3 列の垂直転送部の全てにおいて、前記 6 個の転送電極のうち、水平転送部側から 2 番目、4 番目、および 6 番目が、他の列の垂直最終段とは独立した独立電極であり、1 番目、3 番目、および 5 番目が垂直転送部の他の段と共通した電極である、請求項 6 に記載の固体撮像素子。

21. 前記垂直最終段の各列は、6 個の転送電極で構成され、

- 15 隣接する 3 列の垂直転送部のうちの 2 列において、前記 6 個の転送電極のうち、水平転送部側から 2 番目、4 番目、および 6 番目が、他の列の垂直最終段とは独立した独立電極であり、1 番目、3 番目、および 5 番目が垂直転送部の他の段と共通した電極であり、

- 20 隣接する 3 列の垂直転送部のうちの残りの 1 列において、1 番目～6 番目の全ての転送電極が、垂直転送部の他の段と共通した電極である、請求項 6 に記載の固体撮像素子。

22. 前記垂直最終段の各列は、6 個の転送電極で構成され、

- 25 隣接する 3 列の垂直転送部のうち少なくとも 2 列において、前記 6 個の転送電極のうち、水平転送部側から 2 番目および 4 番目が、他の列の垂直最終段とは独立した独立電極であり、隣接する 3 列の垂直転送部の全てにおいて、水平転送部側から 1 番目および 3 番目が、垂直転送部の

他の段とは異なる、請求項 6 に記載の固体撮像素子。

2 3. 前記垂直最終段の各列は、6 個の転送電極で構成され、

隣接する 3 列の垂直転送部のうち少なくとも 2 列において、前記 6 個の転送電極のうち、水平転送部側から 2 番目、4 番目、および 6 番目が、
5 他列の垂直最終段とは独立した独立電極であり、隣接する 3 列の垂直転送部の全てにおいて、水平転送部から 1 番目、3 番目、および 5 番目が、垂直転送部の他の段とは異なる、請求項 6 に記載の固体撮像素子。

2 4. 前記垂直転送部における各段が 6 個の転送電極で構成され、前記垂直転送部における垂直最終段以外の転送段は、水平転送部側から
10 2 番目、4 番目、および 6 番目の転送電極が第 1 層の電極膜によって全列にわたる共通電極として形成され、水平転送部側から 1 番目、3 番目、および 5 番目の転送電極が前記第 1 層より上層に形成される第 2 層の電極膜によって全列にわたる共通電極として形成され、

垂直最終段においては、前記第 2 層の電極膜と同じ電極膜を、各列に
15 おいて島状に分離することによって、水平転送部側から 2 番目および 4 番目の電極が独立電極として形成された、請求項 1 に記載の固体撮像素子。

2 5. 前記垂直転送部が少なくとも 3 層の電極膜を有し、

前記垂直最終段において他列と独立して設けられた転送電極が、最
20 上層を含む少なくとも一層の電極膜で形成された、請求項 1 に記載の固体撮像素子。

2 6. (e 1) 水平方向において m 個の画素から選択的に 1 個以上 $m-1$ 個以下の画素の信号電荷を水平転送部へ転送し、

(e 2) 水平転送部の信号電荷を順方向あるいは逆方向に少なくとも
25 1 画素分転送し、

(e 3) 前記 e 1 および e 2 の転送を繰り返すことにより、 m 個の画

素の信号電荷を水平転送部へすべて転送する、請求項 1 に記載の固体撮像素子。

27. (e4) 前記 e3 の後、全列の信号電荷を水平転送部側へ一段転送し、

5 (e5) 前記 e4 の転送により垂直最終段に移動した信号電荷に対して、前記 e1 ~ e3 の転送を行い、

前記 e4 および e5 を繰り返すことにより、m 段分の信号電荷を水平転送部へすべて転送する、請求項 26 に記載の固体撮像素子。

28. 前記 m 列のうち一つの列以外の垂直最終段あるいは全ての列
10 の垂直最終段において、他の列とは独立して設けられた転送電極を当該他の列とは独立して駆動することにより水平 m 個の画素混合を行うモードと、前記転送電極を他の列と同様に駆動することにより画素混合を行わないモードとの少なくとも 2 モード間で動作モードを選択的に切り替えられる、請求項 1 に記載の固体撮像素子。

15 29. m が m_1 (m_1 は 2 以上の整数) と m_2 (m_2 は 2 以上の整数) との公倍数であり、水平 m_1 個の画素混合を行うモードと水平 m_2 個の画素混合を行うモードとの少なくとも 2 モード間で動作モードを選択的に切り替えられる、請求項 1 に記載の固体撮像素子。

20 30. 3 色のフィルタが垂直方向に 2 色、水平方向に 2 色配置された繰り返しパターンのカラーフィルタをさらに備え、

前記カラーフィルタの同色フィルタに相当する水平 m_1 画素を混合するモードと、水平 m_2 画素を混合するモードとの少なくとも 2 モード間で動作モードを選択的に切り替えられる、請求項 29 に記載の固体撮像素子。

25 31. 3 色のフィルタが垂直方向に 2 色、水平方向に 2 色配置された繰り返しパターンのカラーフィルタをさらに備え、

前記カラーフィルタの同色フィルタに相当する水平 2 画素を混合するモードと、水平 3 画素を混合するモードと、水平 4 画素を混合するモードのうちの少なくとも 2 モード間で動作モードを選択的に切り替えられる、請求項 2 9 に記載の固体撮像素子。

- 5 3 2. 前記動作モードに、画素混合を行わないモードをさらに含む、請求項 2 9 に記載の固体撮像素子。

3 3. 前記 m 個の画素が、水平方向において連続する画素である、請求項 2 6 に記載の固体撮像素子。

- 3 4. 水平方向における前記 m 個の画素の組み合わせを、段毎に変更する、請求項 2 6 に記載の固体撮像素子。
- 10

3 5. 隣接する少なくとも二段において、前記 m 個の画素の組み合わせの重心位置が水平方向に等間隔である、請求項 3 4 に記載の固体撮像素子。

3 6. 請求項 1 に記載の固体撮像素子を備えたカメラ。

- 15 3 7. 請求項 3 3 に記載の固体撮像素子を備えた 3 板式カラーカメラ。

- 3 8. $m = 2$ として、画素混合を行わない第 1 のモードと、垂直方向に隣接する 2 画素および水平方向に隣接する 2 画素を混合する第 2 のモードとの少なくとも 2 モード間で動作モードを選択的に切り替えられる、請求項 3 7 に記載の 3 板式カラーカメラ。
- 20

要約書

少なくとも水平方向の画素数を削減でき、モワレや偽信号を生じることなく良質な映像信号を高速に出力できる固体撮像素子を提供する。2
5 次元配列の光電変換部 2 から読み出した信号電荷を垂直方向へ一段ずつ転送する垂直転送部 3 と、垂直転送部 3 から受け取った信号電荷を水平方向に転送する水平転送部 4 と、垂直転送部 3 および水平転送部 4 の転送動作を制御する制御部とを有し、垂直転送部 3 における垂直最終段が、
2 $n + 1$ (n は 1 以上の整数) 列毎に同じ転送電極構成を有し、前記 2
10 $n + 1$ 列のうち、一つの列以外の垂直最終段あるいは全ての垂直最終段に、他の垂直最終段とは独立した転送電極が設けられた固体撮像素子である。